INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFÉ

Gerencia Técnica

Dirección de Generación de Tecnología

Lombricultura







VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

639.75 Pineda, José Arnold
P653 Lombricultura / José Arnold Pineda, Instituto Hondureño del Café .--1a. ed.-- (Tegucigalpa): (Litografía López), (2006)
38 p.: fotos

ISBN 99926-37-50-1

1.- LOMBRICES DE TIERRA. 2.- LOMBRICULTURA

Lombricultura

Tegucigalpa, Honduras
Diciembre, 2006

Elaborado por:
Ing. José Arnold Pineda Rodríguez

Fotografías: IHCAFE

Revisión y edición:
UAP-PASOLAC-Honduras
Feliciano Paz

Diseño: Hektor Varela

Impresión:
Litografía LÓPEZ, S. de R. L.

Índice

Presentación 4
1. Lombricultura 5
  1.1 Historia 5
  1.2 Biología de la lombriz 6
  1.2.1 Características de los anélidos 7
  1.2.2 Características externas de la lombriz 7
  1.2.3 Características internas de la lombriz 8
  1.3 Anatomía y fisiología 10
  1.4 Crianza 13
  1.4.1 Cultivo familiar 13
  1.4.2 Cultivo industrial 14
  1.4.3 Densidad de siembra 15
  1.5 Manejo 15
  1.5.1 Producción de carne 15
  1.2.2 Producción de harina 16
  1.5.3 Producción de humus 16
  1.6 Cosecha de la lombriz 17
  1.7 Plagas y enfermedades 18

2. Bioabono 20
  2.1. Substratos 20
  2.1.1 Tipos de substratos 20
  2.1.2 Composición química del bioabono 23
  2.1.3 Importancia del bioabono 25
  2.1.4 Humedad 25
  2.1.5 Temperatura 25
  2.1.6 pH 26

3. Producción de vivero de café usando bioabono 27

4. Validación de tecnología 28

5. Costos 31

6. Glosario 34

Bibliografía 36

Presentación

En las zonas cafetaleras de Honduras, la alta contaminación ambiental por los desechos del beneficiado del café y la falta de alimento para los animales que crían o podrían criar los productores/as, son dos aspectos importantes que deben considerarse al momento de implementar la Lombricultura o cultivo de la Lombriz.

El cultivo de Lombrices es una alternativa para todos los productores/as de café y tiene varias finalidades, entre las que podríamos mencionar la producción de materia orgánica, rica en nutrientes y en microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y por lo tanto mejora la productividad de las plantas.

Las lombrices son fuente de alimento para los animales domésticos, dado que se reproducen rápidamente y en abundancia en los criaderos, se usan directamente para alimentar cerdos, peces y aves, mismas que posteriormente sirven para consumo humano.

Es necesario, para el país y para la humanidad entera, que el productor/a de café implemente en sus fincas la lombricultura; es posible que como en todo proceso de aprendizaje e implementación, al principio se vea un tanto costosa y hasta complicada, sin embargo ambos aspectos son todo lo contrario; para lo cual el IHCAFE le proporciona el presente material, que esperamos sirva para transformar en abono orgánico de calidad, una buena parte de los 6.3 millones de quintales de pulpa de café que se desechan anualmente en Honduras.

1. Lombricultura

Tineo (1991), define la lombricultura como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante, enmienda de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama lombricultura.

En algunos países, a esta misma actividad se le conoce como vermicultura, lombricultivo y al material resultante de la descomposición por este anélido se le conoce como humus, lombrihumus, vermicompost, bio-compost y también bioabono.

La lombriz de tierra es un organismo, habitante natural que vive en el suelo y contribuye en el proceso de descomposición de la materia orgánica. Es una actividad sencilla que todo caficultor/a debe emprender con algunas ventajas de acelerar el proceso de descomposición de la pulpa de café y obtener un bioabono y lombrices para la utilización en la misma finca.

El aumento en el área de cultivo de café y la productividad alcanzada por el avance tecnológico, se ve re ejada en el volumen de la producción y esto tiene mucho que ver con el incremento en los desechos de los subproductos en el proceso de beneficiado del café.

La transformación de estos subproductos, no sólo contribuye a solucionar un problema de contaminación, sino que se aprovechan para ser utilizables dentro de la finca como fuente de nutrientes para las plantas ya que el actual costo de fertilizantes inorgánicos y el uso indiscriminado de los mismos, producen problemas en el suelo como la acidificación; esto contribuye a buscar fuentes no tradicionales de fertilización y la lombricultura, por lo tanto, se vuelve una actividad práctica y netamente ecológica, no sólo adoptada por caficultores/as sino también por agricultores/as.

1.1 Historia

Se tiene conocimiento de que la lombriz empezó su evolución hace 700 millones de años, alcanzando su forma actual hace 500 millones de años y al principio de la era secundaria se diversifican en: lombriz de mar, agua dulce y tierra.

En la antigua Grecia, *Aristóteles* (322-384 A.C.); manifestó que las lombrices eran los intestinos del suelo y que contribuían a la fertilidad del mismo.

En Egipto, se les consideraba un animal valioso por contribuir a la fertilidad del suelo, al grado de castigar con la pena de muerte a la persona que exportara lombrices a otras tierras. Los Incas en el antiguo Perú, ya apreciaban la importancia de estas especies en las tierras de cultivo; incluso uno de los valles más fértil y sagrado para los Incas fue llamado Urumba, en honor a la lombriz, ya que es palabra compuesta de origen Quechua; Urur lombriz y bamba, valle (valle de lombrices).

Fue *Carl Von Linneo*, 1707-1773, quien en su “sistema natural” (1758), por primera vez incluyó una especie de lombriz, *Lombricus terrestris.*

Savigny, (1826), describe una serie de especies de la familia lumbricidae, provenientes de las vecindades de Paris; publicaciones de mimeografías por Holfmeister, (1845), para Alemania.

En el siglo XVIII, el reverendo Gilbert White, realizó estudios con la lombriz; posteriormente Charles Darwin (1809-1882), dedicó 40 años al estudio de este anélido y publicó un libro referente a la formación de materia orgánica (humus) a través de la acción de lombrices.

La técnica de lombricultura mejoró (1930-1936), en los Ángeles, Estados Unidos, por el Dr. Tomas Barret quien logró domesticar lombrices; después de observarlos por 10 años de estudio publicó el libro *"Harnessing the earth worm"* (utilización de la lombriz).

El cultivo de las lombrices nació y se desarrolló en Norteamérica, al comenzar a criarlas en un ataúd. Hugn Carter, (1947), 25 años después, tenía la capacidad de suministrar a las tiendas de caza y pesca 15 millones de lombrices al año; de esta forma, la lombricultura se fue difundiendo en Europa, Asia y América. Righi, 1979, la estudió en Argentina y Brasil; en 1984-1989, Colombia mencionaba el uso de las lombrices de tierra y en 1991, introdujo el híbrido *Eisenia foetida* Sav., conocida como lombriz roja californiana.

Cuevas, (1985), la cultivó en Cuba. En Perú en 1987 diversas empresas e instituciones pusieron en práctica esta biotecnología. En 1988 se encontraron otras especies de *E. foetida* a través de la dedicación de otros investigadores; con una capacidad superior en la obtención de humus a la tradicional *E. foetida* Sav.

En Costa Rica, la Universidad Nacional, estableció los primeros cultivos de la especie *E. foetida* Sav., utilizándola en excretas de animales, basura domiciliaria y pulpa de café; investigadores como León, 1992, Gonzáles, 1994 y Fraile, 1994.

En Honduras, a través del Instituto Hondureño del Café, se introdujo en octubre de 1993, el híbrido E. *foetida* Sav., por el ingeniero Carlos Roberto Pineda; quién la trajo procedente de Colombia; con el propósito de utilizarla en la transformación de la pulpa de café en abono orgánico y mitigar el impacto ambiental.

Legall, (1993), menciona la lombricultura en Nicaragua y probablemente en estos mismos años se introdujo al resto de los países de Centro América, como una alternativa para el reciclaje de grandes masas de desechos orgánicos.

1.2 Biología de la lombriz

La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total lo constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Dicha pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño, de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos.

En la actualidad se le está prestando mucha atención a su crianza, desarrollándose nuevos métodos debido a la importancia que tiene en la descom-

posición de los residuos orgánicos; usándose además como carnada en la pesca, alimento para especies domésticas, producción de humus, reciclaje de estiércol animal, transformación ecológica de materiales biodegradables producidos por la industria y poblaciones urbanas e industrias farmacéuticas.

En las explotaciones comerciales de las lombrices se han trabajado con algunas especies, entre ellas:

Familia	Género	Especie
Megascolecidae	*Eodrilus*	*eugeniae*
	Perionyx	*excavatus*
	Pheretima	*hawayana*
	Pheretima	*asiática*
Lumbricidae	*Eisenia*	*foetida*
	Lumbricus	*rubellus*
	Lumbricus	*terrestris*

Todas ellas pertenecientes a la Clase Oligochaeta o lombrices de tierra.



Lombriz *Eisenia foetida*

1.2.1 Características de los anélidos

La taxonomía de la lombriz de tierra, clasificada dentro del reino animal es la siguiente:

Reino:	Animal
Sub reino:	Metazoos
Tipo:	Anélida
Phylum:	Protostomía
Clase:	Anélida
Orden:	Oligochaeta
Familia:	Lumbricidae
Especies:	*L. rubellis, L. terrestris, E. foetida*

Fuente: Villee (1981)

La clase anélida se divide en tres órdenes: Polychaeta, Olichaeta e Hirudíneas.

Todos los anélidos se caracterizan por su marcado metamerismo; es decir la división del cuerpo en segmentos (anillos) o partes similares. La evolución de las lombrices respecto a las formas inferiores, es precisamente esta segmentación y cada segmento representa una unidad subordinada del cuerpo que puede especializarse para determinadas funciones.

Hay alrededor de 2000 especies, teniendo también dentro de sus características, pocas cerdas. La mayoría de ellas se encuentran en agua dulce y lugares terrestres húmedos, pesa 0.6 gr en estado adulto, mide 6 cm de longitud, consume lo equivalente a su peso al día y expulsa un 60% como material humificado.

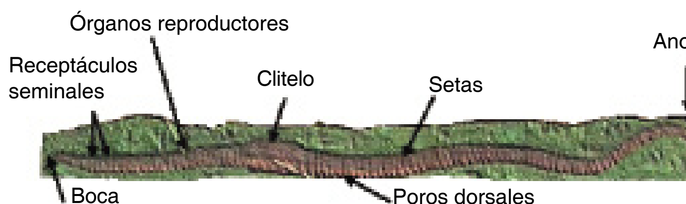
1.2.2 Características externas de la lombriz

Color: no siempre lo determina el pigmento de la piel, sino que a veces la sangre o el contenido del intestino; lo cual se manifiesta a través de las paredes del cuerpo. No obstante, algunas especies como las clasificadas *detritivoras* (se alimentan de mantillo vegetal o estiércol animal), la pared del cuerpo está coloreada intensamente con pigmentos rojos, identificados como *protoporfirina*; mientras que las *geófagas* (se alimentan exclusivamente de suelo junto con materia orgánica) generalmente son de color pálido.

Forma: el cuerpo es un tubo bilateralmente simétrico; tiene forma cilíndrica.

Segmentos: llamados también metámero, son anillos distribuidos en todo el cuerpo, generalmente comprende

de 80 a 175 anillos; entre cada uno de ellos existen surcos inter segmentarios. Tanto los órganos internos como la pared del cuerpo se encuentran segmentados, separados entre sí por tabiques transversales llamados septos.



Caraterísticas externas de la lombriz

Prostomio: pequeña protuberancia dorsal que comienza en el primer segmento, del cual está separado por un surco.

Peristomio: se llama así al primer segmento, donde se encuentra la boca; no tiene quetas o cerdas.

Quetas o cerdas: cada segmento, con excepción del primero, posee cuatro pares de quetas o cerdas, provistas de pequeños músculos, cuya función es la locomoción. También están ausentes en la última porción del cuerpo, llamado pigidio, el cual no forma segmento.

Poros dorsales: son pequeñas aberturas ubicadas en los surcos inter segmentarios a lo largo de la línea media dorsal.

Nefridioporos: aberturas pares excretoras que se repiten en cada segmento del cuerpo.

Poros espermatecales: raramente ausentes, ubicados entre los surcos inter segmentarios.

Poros femeninos: oviductos cortos, que se abren en la cara ventral del segmento número 14.

Poros masculinos: ubicados en la cara ventral del segmento número 15, generalmente hay un par.

Surcos seminales: ubicados en los segmentos 9 y 10, formados durante la copula, son transitorios y almacenan los espermatozoides recibidos durante la copulación.

Clitelo: es la región engrosada de la epidermis en los segmentos 32 al 37. Se encarga de secretar la sustancia que forma los capullos, cocones o cápsulas donde se alojan los huevos. Puede tener forma anular (envuelve los segmentos) o de montura (no envuelve los segmentos).

1.2.3 Características internas de la lombriz

Tabiques: llamados también septos; son paredes que separan los segmentos sucesivos y están formados por el peritoneo.

Faringe: es el primer compartimiento después de la boca.

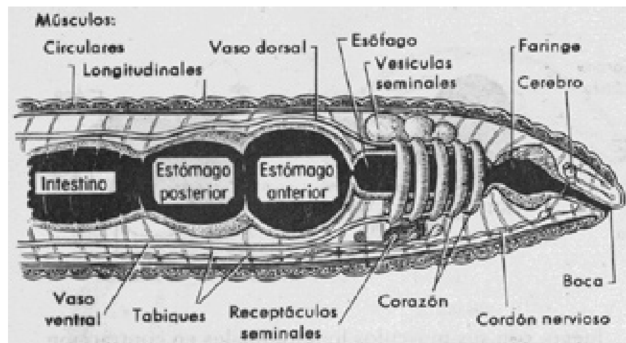
Molleja: parte gruesa musculosa del tubo digestivo. Puede ser molleja esofágica o puede estar situada al comienzo del intestino llamada molleja intestinal.

Glándulas de morren: su función es metabolizar el calcio. Están ubicadas en el esófago.

Intestino: se reconoce fácilmente por la presencia de válvulas.

Ciegos intestinales: apéndices huecos, terminados en forma de saco que aparecen al fondo del intestino.

Nefridios: órgano central del sistema excretor. Funciona como pequeño riñón. Se llaman holonefridios cuando tienen un par de nefridios por segmento y meronefridios cuando tienen más de un par de nefridios por segmento.



Fuente, Villee, (1981) Biología

Corte esquemático de una porción de lombriz; partes internas

Vasos dorsal y ventral: ubicado sobre el tubo digestivo. El vaso dorsal y el ventral debajo de éste, son los más importantes en el sistema circulatorio.

Vaso supra-intestinal y supra esofágico: son vasos impares no siempre presentes. Se encuentran entre el esófago, intestino y el vaso dorsal.

Vasos extra-esofágico o latero-esofágico: situados a los lados del esófago y entre éste y los corazones.

Corazones: situados en la región esofágica del cuerpo ligando los vasos y están en pares y en un total de cinco y manda la sangre al vaso ventral.

Testículos: ubicados en los segmentos 10 y 11 y en uno o en pares cada uno; situados en cavidad celómicas aisladas los reservorios de esperma.

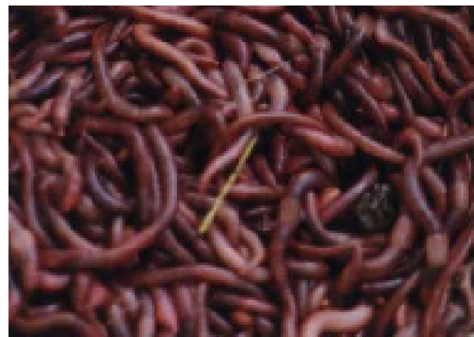
Canales deferentes: permiten la salida de los espermatozoides y son uno para cada testículo.

Vesículas seminales: están en tres pares de bolsas laterales que abarcan los segmentos 9, 10 y 11.

Ovarios: generalmente sólo son un par, ubicados en el segmento 13 y descargan los huevos en la cavidad celómica.

Ovisacos: seguidos al segmento que contiene el ovario.





Huevo y adultos de *Eisenia foetida*

Espermatecas: sacos que reciben los espermatozoides de la otra lombriz durante la cópula, es extraño cuando no están presentes.

1.3 Anatomía y fisiología

Pared del cuerpo
Es de forma circular, formando un cilindro; está formada por cutícula, epidermis, musculatura circular, musculatura longitudinal y peritoneo. Es permeable y de secamiento rápido, juega un papel muy importante en el intercambio gaseoso.

Aparato digestivo
Es de forma tubular y de forma recta. Tiene un canal alimenticio muy completo; posee una abertura anterior, llamada boca y una posterior llamada ano.

A lo largo de él tiene varios compartimientos, comenzando con la boca o cavidad bucal, luego le sigue una faringe musculosa, la cual segrega un mucus que sirve para humedecer el alimento; le sigue el esófago y dentro de éste se encuentra el buche que sirve como almacenamiento temporal de alimento, humedeciéndolo y ablandándolo previamente.

Después, el alimento pasa a la molleja, donde es triturado, preparándolo para la digestión y absorción que finalmente se realiza en el intestino. Aquí se segregan algunas enzimas como pepsina y tripsina que actúan sobre las grasas y amilasa[5] sobre los carbohidratos. Aquí los alimentos son absorbidos por el torrente sanguíneo y los que no se pueden digerir son excretados por el ano.

La lombriz de tierra tiene dos estómagos; uno anterior de pared delgada y uno posterior de pared gruesa.

Aparato circulatorio
La sangre circula a través de vasos, entre los segmentos 7 y 11 se conectan los vasos dorsal y ventral. A través de los corazones llamados también arcos aórticos se envía la sangre a través de los vasos ventrales, a la parte posterior del cuerpo de la lombríz y de los vasos dorsales hacia la parte delantera. Tiene un sistema circulatorio cerrado, formado por tubos (arterias y venas); los movimientos peristálticos de éstos mueven eficientemente la sangre, ésta se dirige hacia la piel, intestino, nefridios, músculos, etc.

Los conductos parietales y vasos capilares realizan la misma función. En la piel, la sangre recoge oxígeno y elimina bióxido de carbono, entrega a los órganos nutrientes provenientes del intestino y oxígeno a los tejidos, recoge líquidos de desechos y los abandona en los nefridios y elimina bióxido de carbono por medio de la difusión.

Aparato neurosensorial
La lombriz carece de ojos, posee en la piel celulas fotosensibles; es sensitiva a la luz y al estar expuesta mucho tiempo a ella, muere. El sentido del tacto se encuentra en la epidermis y éste es el centro de los nervios.

Las células neurosensoriales le permiten percibir vibraciones que le provocan estrés y la hacen reaccionar a la temperatura. A lo largo de la epidermis hay nervios especializados en responder al pH. También posee órganos gustativos que le permiten distinguir diferentes tipos de alimento.

Sistema respiratorio
Al ondear rítmicamente el cuerpo, la lombriz ventila la superficie. La falta de

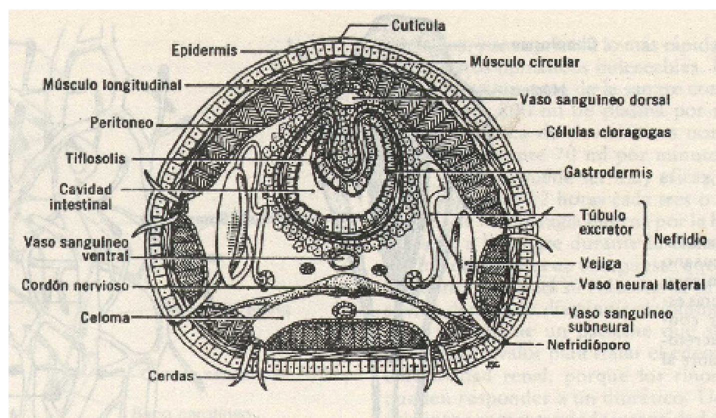
oxígeno hace que ella saque la mayor parte de área posterior de su cuerpo y aumenta el movimiento de ventilación el intercambio gaseoso ocurre en la superficie del cuerpo a través de una red fina de capilares cerca de la cutícula.
Para realizar este proceso, la piel debe estar siempre húmeda; ya que sí se deshidrata muere instantáneamente.

Sistema excretor
El problema de eliminar los desechos líquidos, lo realiza a través de una red de estructuras llamadas nefridios, éstos se encuentran de dos en dos en casi todos los segmentos del cuerpo; comprende un embudo ciliado, ubicado en la cavidad celómica anterior al vientre y comunica mediante un tubo con el exterior del cuerpo. Todo residuo es eliminado por la cavidad celómica y otra parte a través de la corriente sanguínea.

Sistema nervioso
Es más desarrollado que en los gusanos de trompa; al conjunto bilobulado de células nerviosas se les llama cerebro, ubicado en el tercer segmento, en el cuarto segmento, debajo de la faringe, está otro llamado ganglio subfaríngeo; ambos regulan toda la actividad de la lombriz; estos dos ganglios están unidos por un anillo nervioso, del ganglio inferior sale un cordón nervioso que recorre todo el cuerpo; debajo del tubo digestivo, irrigando los músculos.
Los órganos del tercer y cuarto segmento a través de los ganglios segmentarios, se encargan del movimiento de la lombriz a través de impulsos nerviosos que llegan por medio de axones gigantes.

Sistema reproductor
La lombriz de tierra es hermafrodita; es decir que poseen los dos sexos, masculinos y femeninos.

El sistema reproductor masculino está conformado por dos pares de testículos ubicados entre los segmentos 10 y 11. Los espermatozoides producidos son almacenados en reservorios y vesículas seminales; de los cuales salen los embudos espermáticos en forma par y los llevan a través de dos conductos espermáticos a los poros masculinos, en la cara ventral del segmento 15, allí salen los espermatozoides durante la cópula. Cuenta también con receptáculos seminales o espermáticos que son unos sacos que reciben el semen de la otra lombriz ubicados en los segmentos 9 y 10.



Corte esquemático de una lombriz y su sistema excretor
Fuente: Villee (1981) Biología

El sistema reproductor femenino está formado por dos pares de ovarios, ubicados entre los segmentos 13 y 14, su finalidad es la de producir óvulos, és-

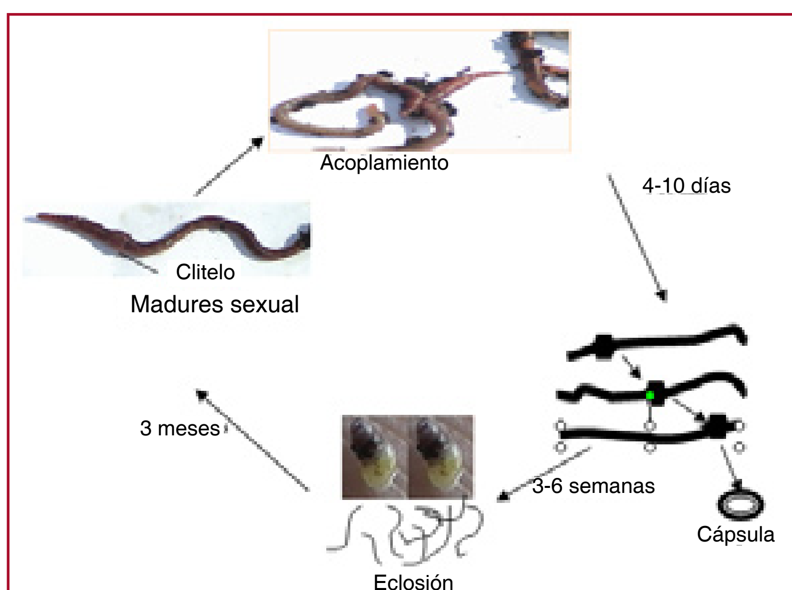
tos son recogidos por embudos ovulares que los llevan por oviductos y salen a través de poros femeninos.



Acoplamiento de la lombriz

La lombriz, durante la cópula, se sitúa en sentido opuesto, quedando unida por unas secreciones mucosas del clitelo ubicado en el segmento 32 al 37 y aquí se encarga de secretar sustancias que forman los capullos donde se alojan los huevos; y posteriormente se forman dentro de ellos, diminutos gusanos.

Algunas especies representan partenogénesis uniparental, con autofecundación, que puede ser facultativa u obligada. La mayoría tiene reproducción biparental. La reproducción de la lombriz tiene lugar durante todo el año, cuando las condiciones son apropiadas los jóvenes alcanzan su madurez sexual a los tres meses; tiempo que coincide con la formación del clitelo, ocupando de 6 a 8 segmentos. Cada lombriz adulta puede depositar un huevo que eclosiona al cabo de 3 semanas y de éste emergen entre 2 y 20 estados juveniles, están listas para reproducirse, a los 3 meses. La lombriz tiene un promedio de vida de 16 años, aunque algunos autores confirman que *E. foetida* dura 4.5 años.



Ciclo reproductivo de la lombriz

1.4 Crianza



Criadero de lombrices

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida* Sav., es de las especies que más se adaptan a su crianza en cautiverio; aunque también otras especies, como la Linda andaylina y Roja ayacuchana, tienen similar comportamiento. La crianza y manejo intensivo de la lombriz de tierra, es una actividad que se desarrolla en todo el mundo, ellas realizan una de las actividades más beneficiosas en la explotación pecuaria, mejorando la fertilidad de los suelos. *E. foetida,* es la especie más utilizada en cultivo intensivo, se le puede cultivar en pequeña y gran escala, bajo techo o a la intemperie, con diversos climas, tipos de alimento y altiudes.

En Honduras, investigadores como Rodríguez y Pineda (1997), realizaron estudios para determinar la calidad y conversión del abono producido con seis substratos y capacidad reproductiva:

En el Centro de Investigación y Capacitación "Dr. Jesús Aguilar Paz", situado en La Fé, Ilama, Santa Bárbara, al igual que otros centros de investigación del IHCAFE en todo el país, se le viene cultivando desde 1993; se hace en forma semi-industrial, en pilas de concreto de 1 x 2 m x 30 cm; con capacidad para almacenar substrato de 1 m^3; utilizando varias opciones con fines de enseñanza.

Para la crianza de la lombriz *E. foetida*, es necesario contar con algunas herramientas como pala, azadón, zaranda para separar lombrices, mangueras, PVC, substrato, un operador y carreta de mano para transporte del alimento.

Es necesario dejar por lo menos una área de una tarea (437 m^2) de terreno para dedicarse a la lombricultura; utilizando los materiales disponibles que hay en la finca, como el erul (*Pteridium aquilinum*), postes de cón o tatascán (*Perymenium grande*), alambre de púas y alambre de amarre se prepara una ramada o tendal, que servirá para proteger como techo las camas donde se sembrarán las lombrices.

Para la crianza de la lombriz debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Preparación de arriates o camas de crianza.
- Preparación del substrato.
- Siembra de lombrices.
- Manejo de arriates o camas.
- Cosecha de humus y lombriz.
- Temperatura, humedad, pH.
- Riego disponible

1.4.1 Cultivo familiar

Es necesario para evitar la contaminación por los sub-productos del café (pulpa), que el productor/a conozca el cultivo de la lombriz roja californiana y



Revisión de camas en el CIC-JAP, La Fé, llama



Criadero de lombrices "Cooperativa Cafetalera Las Mercedes, Ocotepeque"

se familiarice en las actividades que esta noble labor requiere; involucrando a toda su familia para que el proceso sea integral.

Dentro del cultivo familiar, el objetivo es criarlas con fines de producción de humus o bioabono para poder devolverlo a la finca, mejorar suelos, y aumento de la productividad del cafetal.

Con el trabajo eficiente de una persona, dos horas por la mañana y una hora por la tarde, se puede manejar hasta una tarea del cultivo.

La inversión es mínima ya que los desperdicios de madera, troncos se pueden utilizar para preparar las camas



Cosecha de pie de cría para establecimiento

y en otros donde se hagan estructuras como pilas de concreto, el costo sería de L.402.00/pila; con capacidad de 1 m^3 de substrato y producciones de 4 a 5 kg de lombriz/pila, cada 3 meses.

1.4.2 Cultivo industrial

El objetivo de la explotación industrial es netamente económico. En este sistema se intensifica la producción y aumenta la inversión en mano de obra, ya que se necesitan varios operadores y la infraestructura a utilizar resulta cara.

Hay otras alternativas de construcción, como camas al aire libre, con una protección a los rayos solares directos y si se hace mecanizada, deberá dejarse espacio suficiente para el paso de maquinaria.

Generalmente las camas se ubican en la misma dirección de los vientos dominantes.

El terreno donde se realice la explotación debe ser de topografía plana y con buen drenaje; alejado de otros cultivos,

para evitar contaminación por uso de productos químicos y otras sustancias tóxicas.

1.4.3 Densidad de siembra
Dependiendo del substrato a utilizar como alimento, así será la reproducción a obtener.

Rodríguez y Pineda (1997), realizaron estudios en diferentes substratos como vacaza, gallinaza, porcinaza, pulpa de café, hojarasca, seudotallo de huerta; encontrándose que la vacaza es el mejor substrato para la reproducción, con una relación de 50:1.

Otros investigadores como Arango y Dávila (1991), Tineo (1994), mencionan que una buena densidad debe ser de 2500/m^2 para la especie *E. foetida* y que con ésta, se pueden obtener hasta 27 650 cápsulas, de las cuales eclosionan aproximadamente 18 200 cápsulas con 3.12 lombrices/cápsula, en un período de dos meses, por lo cual recomiendan esta densidad de 2500/m^2.

Al utilizar 5 a 10 kg de lombrices (1 kg = 1200 a 1750 lombrices/m^3 aproximadamente) se obtiene humus a los 2 ó 2.5 meses.

El IHCAFE recomienda la siembra de 250 lombrices de *E. foetida* por m^3 y al no haber pulpa disponible sugiere utilizar vacaza precomposteada no fresca como alternativa tanto para reproducción y bioabono rápido.

1.5 Manejo

El éxito del buen manejo consiste en la dedicación e importancia que se le dé al cultivo, en la revisión diaria de las camas, para asegurar las condiciones óptimas necesarias de la lombriz y la alimentación adecuada que se le suministre. Recordemos que de los animales que utiliza el hombre en la actividad agropecuaria, la lombriz de tierra realiza una de las labores más beneficiosas, consumiendo los residuos vegetales y estiércoles para luego excretarlos en forma de humus, bioabono de gran importancia en la fertilidad de los suelos y al mismo tiempo que puede utilizarse en la alimentación animal como proteína, harina u alimento fresco.



Riego para mantener la humedad

1.5.1 Producción de carne
La carne de las lombrices tiene un alto contenido de proteína 68-82% y de aminoácidos esenciales; algunos investigadores señalan que la proteína de la lombriz roja californiana es de 58 a 71%, en base a materia seca y que el contenido de la materia seca es de 13-20%.

Entre las especies animales que apetecen la carne de lombriz roja como alimento están: peces, cerdos y aves de corral.

Contenido de nutriente de la lombriz roja californiana

Nutrientes	*Eisenia foetida*
Materia seca (%)	20-25
En 5 g de materia seca:	
Proteína (N x 6.25)	62-64
Grasa (extracto de éter)	7-10
Fibra	3-5
Carbohidratos	15-20
Cenizas	8-10
Calcio	0.55
Fósforo	1.0

Extracto de Lofs-Holmin (1998). Fuente Aranda (1992)

En la alimentación de animales, utilizando en las raciones alimenticias, la lombriz como fuente de proteína, crecen iguales o mejores que aquellos que utilizan una alimentación convencional. Sin embargo el retorno financiero juega un papel importante para la producción de carne con respecto a la producción de humus.

La ventaja de la proteína de la lombriz es que su síntesis ocurre en base a desechos orgánicos y fuentes de células. Un m^2 anualmente produce 12-48 kg de carne de lombriz.

1.5.2 Producción de harina

La harina de lombrices se ha evaluado en alimentación de peces, cerdos, aves, ranas y otras especies animales, incluyendo la humana. La conversión alimenticia utilizando harina de lombriz, es mayor que la convencional.

Esta harina es superior que la harina de carne. Algunas personas la han evaluado en alimento de alevines y encontraron buenos resultados con una dieta de 15% de harina de lombriz, 10% de harina de pescado y 75% de harina de arroz, obteniendo las mejores ganancias en peso.

Para elaborar harina de lombriz

1. Se debe retrasar el alimento por lo menos cuatro días, para luego brindar alimento en forma gradual. Las lombrices suben a la superficie y se cosecha una capa de 7 a 9 cm; allí estarán el 90% de lombrices.

2. Se hace la recolección y el lavado de las lombrices y se agrega a una solución salina al 1% a 38-42 ºC, para remover todo material que las lombrices tengan en su estómago.

3. Se secan las lombrices, ya sea al sol o con secadoras a temperaturas de 30 a 50 ºC; este proceso debe ser rápido ya que la piel de ellas es muy porosa y delgada para la producción de harina.

1.5.3 Producción de humus

El humus de la lombriz está compuesto por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, elementos menores y presencia



Bioabono

de microorganismos, dependiendo del tipo de substrato que se ofrezca.

El humus presenta algunas características o ventajas como ser: capacidad de retención del agua, mejora la estructura del suelo, actúa como cemento de unión entre las partículas de suelo, mayor intercambio gaseoso, mayor actividad de microorganismos del suelo, oxidación de la materia orgánica; disponibilidad de nutrientes para las plantas, modera cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos, protege de enfermedades fungosas y bacterianas a los cultivos; también tiene propiedades hormonales de crecimiento vegetal y por ende del sistema radicular.

Para cosechar el humus es necesario pasarlo por un tamiz fino y al cosecharse puede empacarse en bolsas de polietileno de 5 kg y que tenga aireación para venderse en el mercado, el residuo más grueso se integra al suelo.

El humus: es un coloide carente de estructura cristalina, es decir, amorfa (sin forma), muy compleja, esencialmente de naturaleza lignoproteica, de un elevado peso molecular, polímera y sin organización biológica, de color oscuro, con una relación C/N aproximadamente ente 10-112, posee una elevada capacidad de intercambio cationiónico y generalmente de reacción ácida.

Utilización del humus:

Hortalizas	4 oz/planta
Semilleros	4-5%
Frutales	6 lb/árbol
Floricultura	11 oz/m^2
Macetas de 40 cm	5 oz
Macetas de 20 cm	2 oz

Sugerencias finales de manejo:

1. Remover las camas.
2. Revisar para ver sí hay plagas.
3. Revisar la humedad: tomando un poco de substrato si al apretarlo destila agua, la humedad es superior al 85%, sino lo hace y al soltarle se desmorona, la humedad es inferior al 85%, sino se desmorona y en su palma queda agua la humedad es de aproximadamente 75-85% el cual es ideal para el crecimiento.
4. Revisar el alimento y precompostearlo antes de ofrecerlo.



1.6 Cosecha de lombrices

Se deja de alimentar las lombrices por espacio de cuatro días; ellas se irán al fondo a buscar alimento, pasados los cuatro días, se coloca alimento en la primera base superficial, a los 2 ó 3 días todas ellas estarán en una capa aproximada de 15 a 20 cm y se procede a retirar esta capa.

Debe hacerse dos veces más, para sustraer el 98% de la población. El humus se cosecha cuando a ellas se les ha suspendido el alimento y se van al fondo.

En el IHCAFE la recolección de las lombrices se hace de tres formas:

1. Se coloca una zaranda de 1 m^2; se llena de alimento en buenas condiciones, a los 2 ó 3 días la zaranda está completamente llena y se procede a sembrarlas en otros lugares que tengan alimentación nueva.
2. Se separa el alimento ya descompuesto hacia un extremo de la cama; en el espacio que queda, se coloca alimento nuevo, al cabo de una semana, todas las lombrices estarán donde hay alimento nuevo. De esta forma se aprovecha el bioabono y se procede a colarlo en zaranda de 1 cm^2.



Sistema separación del alimento

3. Sistema lomo de toro. Consiste en colocar el alimento fresco en forma de lomo, a lo largo de la cama; al cabo de 2 ó 3 días, las lombrices más hambrientas se concentrarán en el alimento fresco y de esta forma se cosecha. Este procedimiento se puede repetir hasta tres veces para cosechar y colonizar nuevas camas.

Recuerde que el humus al cosecharlo y no utilizarlo, se debe almacenar a una



Sistema lomo de toro



Cosecha de lombrices

humedad de 40 a 50%; sí se ensaca, éste debe estar en depósito aireado y que los sacos estén ventilados y bajo techo.

1.7 Plagas y enfermedades

La lombriz es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades. Sin embargo, si se le brinda un alimento alto en proteína como por ej. el frijol, la atacaría el síndrome proteico, que consiste en una alta producción de amonio por degradación de enzimas, al suceder esto, se in ama y muere en pocas horas. También se puede presentar

este síntoma con substratos como estiércol de cerdo, terneros o aves.

Entre las plagas que más atacan las lombrices tenemos: las hormigas, ciempiés, planaria, tisanuros, cucarachitas de estiércol, algunos ácaros, catarinitas miniaturas, pájaros, ratones, caracoles, culebras, lagartos y algunos insectos.

Las más importantes son cuatro: planaria, pájaros, hormigas y ratones.

La hormiga es una de las plagas que más afecta a las lombrices, en el CIC-JAP, La Fé, llama y en el CIC-JVE, Linderos, San Nicolas, Santa Bárbara.

Estas se controlan, colocando aceite quemado en los bordillos de las camas, también aumentando la humedad en las camas a un 80% y de esta forma se reduce la población de los ácaros rojos que no las atacan, pero compiten con ellas por alimento.

También puede controlarse aplicando chingaste de café en estado fresco, en la zona donde se encuentran haciendo daño.

Los pájaros se pueden controlar, cubriendo con zarán u otro material como erul en el techo del cultivo o simplemente colocando una cinta de cassett, la cual al ser movida por el viento produce un ruido que aleja los pájaros.

La planaria, es un gusano plano que puede medir de 5 a 50 mm, de color pardo oscuro, con rayas longitudinales de color pardo, él se adhiere a la lombriz y succiona todo su interior hasta matarlas. Se controla regulando el pH en 7.5 a 8.0. Se recomienda no usar estiércol viejo y si hay plaga dar de comer estiércol de 10 días de fermentación.

Los ratones se pueden controlar aumentando la humedad de las camas a un 80%. La excesiva humedad es también perjudicial.



Vista parcial del cultivo de lombrices en el CIC-JVE, Linderos, San Nicolás, Santa Bárbara.

2. Bioabono

El bio compost o bioabono, lo definiremos como el producto resultante de someter a un proceso de fermentación controlado, a una serie de residuos orgánicos, sólidos o semisólidos y obtener al cabo de un tiempo, relativamente corto, (6-8 semanas); un material semi humificado, libre de plagas y patógenos, pero rico en microorganismos benéficos al suelo y con una amplia gama de macro y micro elementos disponibles para la nutrición de las plantas. La elaboración de bioabono, a partir de desechos del beneficiado del café, su bio degradación y estabilización en materiales no contaminantes y la posterior utilización por parte de caficultores/as y agricultores/as como fuente de nutrientes para las plantas.

La descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo por la actividad de microorganismos aeróbicos presentes en el substrato, entre ellos las bacterias del género bacillum y los hongos mesófilos y termófilos que actúan en temperaturas entre 20 y 40 ºC.

2.1 Substratos

El tipo de substrato a ofrecer, la calidad, el pre-composteo y algunos factores ambientales como temperatura, humedad y pH, son básicos para poder mantener un pie de cría de lombriz roja californiana y obtener un buen material resultante de alta calidad llamado abono orgánico o bioabono.

En el substrato están presentes microorganismos que aceleran la descomposición; éstos pueden ser bacterias u hongos aeróbicos que actúan en todo el proceso de transformación.

En Honduras, como en otros países (Colombia, México y resto de países miembros del Programa de Mejoramiento del Café (PROMECAFE)), han realizado estudios de substratos para mantener el pie de cría de lombriz roja californiana y producción de bioabono; para ello han utilizado vacaza, pulpa de café, seudo tallo de banano, porcinaza, conejaza y gallinaza, encontrándose que los mejores substratos para mantener un buen pie de cría de este anélido y obtener un excelente bioabono es la vacaza (estiércol de ganado) y pulpa de café. Sin embargo, la conejaza mantiene una buena producción en caso de no contar con ninguna de las dos anteriores.

2.1.1 Tipos de substratos

En esta ocasión hablaremos de tres substratos más comunes de encontrar en las zonas cafetaleras, como estiércol de vaca (vacaza), residuos del proceso de beneficiado, en este caso, pulpa de café y estiércol de conejos (conejaza), cuando no existan las dos anteriores. Sin embargo es bueno mencionar algunas alternativas como seudotallos de musáceas, cultivados generalmente por todos los agricultores/as y caficultores/as, residuos de rastrojos y residuos de cocina al igual que gallinaza.

Vacaza

Hay que considerar factores como:

1. Estiércol fresco. No es recomendable utilizarlo inmediatamente.
   Hay que precompostearlo, con volteos periódicos por dos semanas hasta que mejore su pH alcalino.
2. Estiércol maduro. Se considera aquel que tiene más de tres meses, de consistencia semipastosa y su pH se encuentra casi neutro 7-8; siendo el adecuado para que se cultiven las lombrices.

3. Estiércol viejo. Se considera aquel que tiene más de seis meses de haberse producido. Al moverlo se desmorona, su pH es ácido, por lo tanto no es recomendable para la crianza ya que puede desarrollarse la plaga, planaria.

Para el manejo del estiércol al igual que la pulpa, debemos considerar factores como: temperatura, humedad y pH.

En el caso de no disponer de estiércol maduro, se colocará estiércol fresco en bandas dentro de la pila, precompostearlo y se regará diariamente para llevarlo a condiciones de cultivo de la lombriz.

Las capas de estiércol deben ser de 15 cm en verano y 25 cm en invierno. Si el estiércol es de terneros no es aconsejable utilizarlo luego, ya que tarda en madurar más de seis meses y tiene un alto contenido de proteínas.

Conejaza

Las lombrices se multiplican velozmente en la conejaza. Las jaulas de los conejos se ubican encima de las pilas, donde estarán cayendo los orines y defecciones. Es el único substrato con el de ovinos que no necesitan ser precomposteados para ofrecerlo a las lombrices.

En los criaderos de conejos, es aconsejable la utilización de la lombriz ya que con ella se evita la proliferación de moscas, previenen los malos olores, remueven por sí mismas la cama de la conejaza y nos brindan su carne y humus para ser utilizado en los cultivos.

No se debe usar conejaza de más de dos años, ya que su contenido de proteína es muy bajo. Recuérdese también que la carne de conejo es un alimento muy bueno y que debe emplearse en la dieta familiar.





Criadero de conejos y producción de conejaza para mantener pie de cría lombriz roja californiana


Pulpa para cultivo de lombrices

Pulpa

Varios investigadores determinan que la pulpa de café representa el 40% del peso fresco del fruto, variando la cantidad de la misma según la producción de cada país, tal es así que Honduras, con una producción de 4 millones de sacos de café de 45.35 kg, produce 438 000 toneladas de pulpa.

La pulpa de café ha sido analizada en varios países, Honduras no ha sido la excepción, los contenidos de la misma varían de acuerdo al manejo que cada agricultor provea a la finca (ver cuadro 1).

como alimento animal; se recomiendan nutrientes como cafeína, taninos, la fructuosa, galactosa glucosa y sacarosa que forman parte de los azúcares libres y que son las primeras en iniciar la fermentación al igual que lo hace la fracción que queda adherida al grano.
Algunos resultados en Colombia, muestran que los procesos de mineralización y meteorización se afectan cuando la humedad en la masa de pulpa es inferior al 51% y los valores de pH se mantienen altos, por lo que la humedad mínima que asegura la continuidad en el proceso de descomposición de la pulpa de café es de 51%.

Producción de pulpa

En Honduras, el beneficiado se realiza en las propias fincas de los caficultores/as en un 87.13%, siendo la pulpa el principal subproducto que se obtiene en esta etapa.

En la cosecha 04/05, Honduras tuvo una producción de 3.1 millones de sacos de café, lo que equivale a una

Cuadro 1. Composición química de la pulpa de café

Elementos	Unidad	Contenido
pH		7.13
Materia orgánica	%	6.6
Fósforo	ppm	79.09
Potasio	meq/100 g suelo	4.87
Calcio	meq/100 g suelo	21.5
Magnesio	meq/100 g suelo	9.45
Aluminio	meq/100 g suelo	0.01
Zinc	ppm	27
Manganeso	ppm	77
Hierro	ppm	16
Cobre	ppm	0.5

Fuente: Laboratorio suelos, IHCAFE, 1999

La pulpa representa el 40% del peso del fruto fresco y contiene 80% de agua. La pigmentación es roja o amarilla, la antocianidina es la responsable de este color.

Todos los desechos agrícolas que contienen compuestos químicos polimerizados como la celulosa, lignina, poliferoles, llavonoides, ácidos cafeico y clorogénico impiden su uso directo

producción de 340,098 toneladas de pulpa de café.

Muchos autores confirman que la pulpa constituye el 40% del peso del fruto maduro. El 100% de la contaminación corresponde a las beneficiadoras de café que vierten toda la pulpa y el mucílago directamente a los cuerpos de agua. La capacidad polucionante de la materia orgánica de 1 kg de frutos de café maduro, que pasa al agua durante el proceso de beneficiado húmedo, es equivalente a la de un habitante por día.

La mayor parte de los beneficios son rústicos, cuyo prototipo puede consistir de un despulpador accionado manualmente y sacos o cajas de madera para fermentar y lavar café. Uno más completo posee tolva de madera, despulpadora y una pila de concreto (fincas menores de 10 mz), fincas más grandes, poseen tanques de recibo, despulpadora accionada con motor, zaranda de clasificación, pilas de concreto para fermentación, canal de clasificación y patios de secado.

Es necesario depositar la pulpa bajo techo para facilitar su descomposición y realizar volteos periódicos que aceleran el proceso de transformación; en algunos países como Colombia, se recomienda para el manejo de la pulpa, las fosas; en dichas construcciones ocurre la transformación de la pulpa en humus, realizando volteos periódicos cada 15 días, para lograr su transformación en aproximadamente cuatro meses. Es necesario que el contenido de humedad de la pulpa sea del 51% para su descomposición.



Cama estructura de bloque, sin cerco

Existen otros métodos para la descomposición de la pulpa como ser: realizar lomos o montículos con volteos periódicos, digestores enzimáticos (proceso aeróbico), uso de bacterias y enmiendas orgánicas (cal Químex 500) también el uso de lombricultura, utilizando varias especies. Se recomienda usar la lombriz roja californiana por ser la que más se adapta a diferentes materiales orgánicos.

2.1.2 Composición química del bioabono

La materia orgánica de los suelos tiene una composición variable, predominando el C, H, O y N (CHON); en el caso de bioabono proveniente de pulpa de café a través de la descomposición por la actividad de la lombriz roja californiana, tiene diferentes contenidos de elementos químicos. De acuerdo al manejo del cultivo y al manejo que se le haya dado al substrato; hablaremos en este caso de tres zonas experimentales del país, donde se hicieron análisis del

bioabono proveniente de pulpa como ser: Marcala, La Paz, Linderos, San Nicolás y La Fé, Ilama, Santa Bárbara (ver cuadro 2).

Según el origen del sustrato o material, así varía el contenido de elementos nutritivos (ver cuadro 3).

Cuadro 2. Contenido de nutrientes del bioabono, según zona

Elementos	Unidad	Marcala	Linderos	La Fé
pH		8.15	5.18	4.80 - 5.30
Materia Orgánica	%	5.95	12.64	13.96 - 23.01
Fósforo	ppm	34.92	150.94	17.31 - 27.11
Potasio	meq/100 g	8.74	3.74	1.77 - 1.82
Calcio	meq/100 g	14.58	16.04	31.25 - 40.25
Magnesio	meq/100 g	18.25	25	7.97 - 8.91
Aluminio	meq/100 g	0.01	0.1	0.01
Zinc	ppm	85	31	33 - 34
Manganeso	ppm	3	0.5	64 - 75
Hierro	ppm	17	18	15 - 58
Cobre	ppm	115	75	1 - 1.2

Nota: Marcala y La Fé suelos franco arenosos
Linderos suelos franco arcillosos

Cuadro 3. Contenido de nutrientes del bioabono, según material, CIC-CAB, Campamento, Olancho

		MO	P	K	Ca	Mg	Al	Zn	Mn	Fe	Cu
Material	pH	%	ppm			meq/100 g			ppm		
Seudotallo	8.17	6.35	165.31	2.1	13.75	13.02	0.01	22	108	9	2
Vacaza	7.09	7.4	1574.85	2.36	16	14.17	0.7	48	107	14	0.5
Porcinaza	7.38	7.16	1724.25	0.42	7.5	19.17	1.5	81	101	10	0.5
Pulpa café *	7.13	6.6	79.09	4.87	21.5	9.45	0.01	27	77	16	0.5
Gallinaza	7.75	6.69	1688.67	4.77	7.75	12.17	0.64	6	55	2	0.5

Fuente: Laboratorio de Suelos, IHCAFE, S.P.S.

Para concluir se estima que una *ración alimenticia ideal* para la producción de lombriz serían los porcentajes siguientes:

Estiércol de conejo .... 10 %
Estiércol de equino .... 15 %
Estiércol de bovino .... 35 %
Estiércol de ovino .... 10 %
Estiércol de porcino .... 30 %

2.1.3 Importancia del bioabono

El bioabono es importante porque mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

El bioabono es rico en microorganismos benéficos del suelo y con una amplia gama de macro y micro elementos disponibles para la nutrición de la planta.

Algunos países como México, Colombia, utilizan el bioabono además de mezclas para viveros de café, en ornamentales, raciones alimenticias para animales, en la producción de hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* (Jac ex Fr) Kumn y *Pleurotus Sajor* Caju (Fr.).

Cuando se usa la combinación de pulpa y mucílago y se analiza la composición química del lombricompostaje, se aprecia un mejor contenido de minerales (%) en el lombricompuesto y un mayor contenido de materia orgánica en el compost, ambos en estado fresco tienen una alta riqueza microbiana, en las cuales se identifican bacterias y levaduras.

Entre otros beneficios del bioabono están:

- Aumento notable en el peso freso y en la longitud del tallo de las plántulas (Valencia, 1972).
- Disminuye la mancha de hierro (Cer*cóspora coffeicola*) (Cadena, 1983).
- Mejora valores en peso seco y altura de planta (Salazar, 1992).
- Mejora la permeabilidad, erosión, retención de humedad, inactiva los residuos de plaguicidas, incrementa y diversifica la ora microbiana, (Legal, 1997).
- Reduce los costos por insumos de fertilización hasta en un 40% en los primeros cuatro año y en almácigos hasta un 30%, (Medina, 1999).
- Mayor intercambio gaseoso, mayor actividad de microorganismos, aumento oxidación de materia orgánica, mayor defensa de los cultivos de hongos o bacterias tóxicas, presenta un comportamiento como hormona fitoreguladora de crecimiento.

2.1.4 Humedad

Tineo, (1994), menciona que en un cultivo de lombriz de la especie *Euchilus eugeniae*, en estiércol de vaca, encontró que las condiciones más favorables de humedad para el crecimiento, maduración y producción de cocones, es mantener la humedad de 80%; por debajo del 70% es desfavorable.

La lombriz puede vivir temporalmente en condiciones de mucha humedad, pero no trabaja en la descomposición ni se reproduce.

Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del substrato.

2.1.5 Temperatura

Eisenia foetida vive sin problemas en ambientes con temperatura de 10 y 25

ºC; a <10 ºC y temperaturas > 30 ºC, no hay producción de cápsulas, por lo que las temperaturas son factores importantes que in uyen en la producción y fecundidad de cápsulas.

En cuanto a la fecundidad, se encontró que en temperaturas controladas de 15 ºC, 20 ºC y 25 ºC, eclosionan 2.6, 3.1 y 2.7 lombrices por cápsula respectivamente, por lo que la temperatura óptima es de 20 ºC.

2.1.6 pH

La alcalinidad o la acidez, es un factor determinante en el substrato para que interactúen factores en su descomposición y específicamente para la reproducción de la lombriz roja californiana.

El pH está determinado por la humedad y la temperatura, la lombriz acepta de 5 a 8.4; siendo el ideal de 7 (neutro). Sí el pH es ácido, la lombriz entra en una etapa de dormisión y se desarrolla una plaga llamada planaria.

El pH ácido se puede corregir con una aplicación de carbonato de calcio (cal común); aproximadamente 2 oz/m^2.

Sí el pH está alto, se agréga papel periódico picado. No importa la procedencia mezclándolo en el substrato de bovinos 15 días antes de que esté precomposteado.

Según Legall (1993), el objetivo es que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8.0, humedad 80% y la temperatura de 20 ºC a 25 ºC.



Revisión de camas

3. Producción de viveros de café usando bioabono

La producción de viveros de café es una actividad anual realizada en cada finca por los caficultores/as.

Han sido muchos los técnicos/as que han trabajado buscando alternativas para bajar costos y producir excelentes viveros que vienen a ser el principal elemento básico para el establecimiento de una finca. Generalmente el productor/a busca tierra bien negrita que sea de los primeros 15 a 20 cm y no utiliza ninguna mezcla en el substrato.

Por lo tanto, los viveros se desarrollan en plántulas raquíticas, con alto porcentaje de ataque de enfermedades fungosas y bacterianas. Para producir excelentes plantas y que sean producidas a bajo costo, el IHCAFE, ha venido trabajando en buscar alternativas que sean en primer lugar de fácil adopción y bajo costo.

El bioabono proveniente de pulpa de café, se ha estado evaluando en varios países, Honduras no es la excepción, para el año 1996, se estableció un ensayo donde se evaluó niveles de bioabono proveniente de pulpa de café, a través de la descomposición por la lombriz roja californiana (*E. foetida*); estableciéndose en tres Centros Experimentales distribuidos en zonas cafetaleras del país: Los Linderos, San Nicolás; La Fé, Ilama, en Santa Bárbara y el Centro Experimental, Las Lagunas, San José, Marcala, La Paz; encontrándose lo siguiente:

En suelos franco arenosos
- 30% de bioabono
- 5 lb 18-46-0 a la mezcla
- 1 fertilización diluida a los 20 días usando DAP (18-46-0).

Todo esto por m^3 de tierra (400 paladas aproximadamente).

En suelos franco arcillosos
- 20% de bioabono
- 0% 18-46-0
- 2 fertilizaciones diluidas DAP (18-46-0)

La incorporación al suelo de fósforo diamónico (DAP), no es recomendable en suelos arcillosos debido a que se forman fosfatos de aluminio intercambiable más el índice de acidez del 18-46-0 (-63.5) que es alto, contribuye a no obtener respuesta en la aplicación de fertilizante.



Vivero de café utilizando bioabono

4. Validación de tecnología

En Honduras están registrados 95 mil productores de los cuales el 87.13% realizan la labor de despulpado en su propia finca; de éstos, un número no cuantificado aún realiza la descomposición de la pulpa a través de lombricultura.

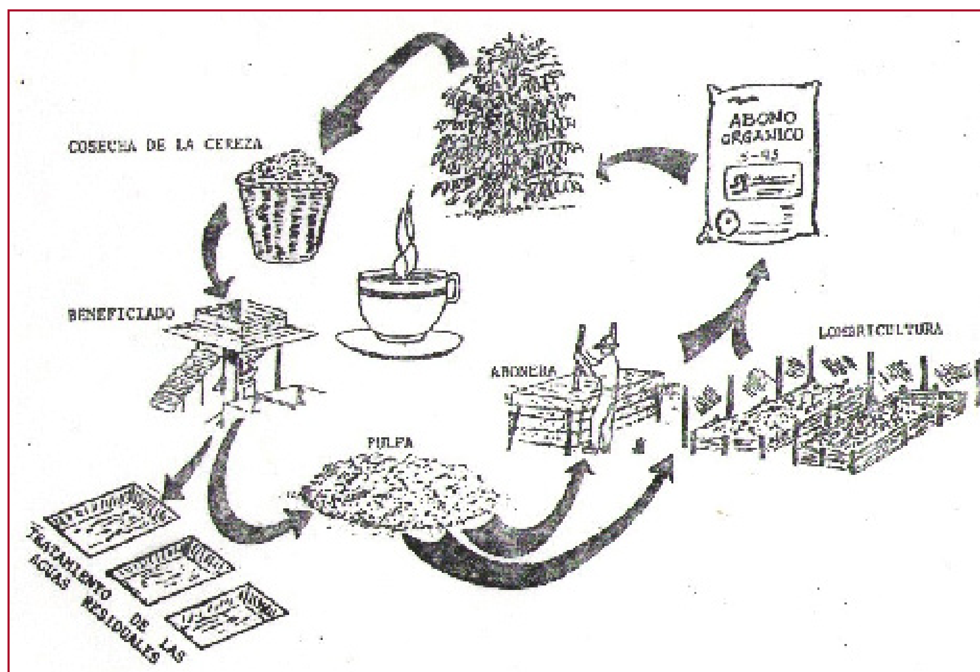
El resto, tira la pulpa a las fuentes de agua o simplemente la deja que se descomponga en fosas sin ninguna protección.

Con el propósito de que esta tecnología se difunda y así evitar contaminación ambiental y lograr la producción de bioabono para viveros, el Departamento de Investigación Cafetalera del Instituto Hondureño del Café, procedió a validar la producción y uso de abono orgánico proveniente de pulpa de café y a través de extensionistas diseminados en todo el país, en cada regional (6) establecieron como mínimo una parcela, en finca del productor/a (cooperador/a) y dos como máximo (ver cuadro 4).

Metodología

El lombricultivo se estableció cerca del beneficio, es decir donde se deposita la pulpa, terreno plano, fácil de regar y manejo de las camas. La pulpa a ofrecer es precomposteada con volteos semanales para aireación, estabilización, y éstos volteos se hacen cinco en total (5 semanas).

El proceso termina cuando la pulpa no despide olores desagradables y se encuentre fresca al tacto, se somete a una



Ciclo de transformación de la pulpa de café Fuente IHCAFE 2004

Cuadro 4. Distribución de parcelas de validación, según región y cooperador

Región	Cooperador	Ubicación	Fecha instalación	Técnico responsable
Yoro	Lázaro Salmerón	Pajuiles, Yorito	Jul-98	Santiago Urbina
	Reinaldo Espinoza	Cuevitas, Morazán	Mar-98	José F. Escoto
Copán	Raúl Arita León	Sta. Rosa de Copán	Jul-99	Cesar Gonzáles
	Miguel Maldonado	El Jaral, Sta. Rita	Dic.-97	Gustavo A. Mata
	Leonidas Alemán	Mercedes, Las Flores, Lempira	Jun-99	Cesar Gonzáles
Danlí	Félix A. Sevilla	El Guano, Danlí	Nov.-97	Miguel Maradiaga
	Francisco Sandoval	Santa Fé, El Paraíso	Apr-98	Neptalí Rivas
	Manuel Romero	San José, Mata Guineo, Trojes	Feb-98	Luís Escoto
Santa Bárbara	David Quintanilla	San Rafaél, Atima	May-99	Felipe Chávez
	Daniel Hernández			Miguel Alcántara
Comayagua	Edwin Donaire	Sta. Fé, La Libertad	Apr-98	Juan Carlos Flores
	Lina Euceda	Las Aradas, San Jerónimo	Oct.-97	Rubén Núñez
	COHORSIL	Potrerillos, Siguatepeque	Jul-98	Luis Mairena
	German Enríquez	La Sidra, La Libertad	Apr-99	Juan Carlos Flores
	Arnulfo Doblado	El Chaguite	Jul-99	Alfredo Erazo
	Heriberto Polanco	El Playón, Ajuterique		Pablo J. Gabarrete
Olancho	Evelio Trejo	Quebrada Negra, San Fco. de La Paz	Oct.-97	Marco T. Cáceres
	Melvin A. Flores	La Esperanza, Campamento	May-99	
	José A. Crúz	El Murmullo, Catacamas	Mar-99	Carlos Zuniga
	Gustavo Rivera	Aguacates, San Fco. de La Paz	May-98	Fredy Aguiriano
Cortés	José Abel Tábora	Quimistán, Sta. Bárbara	Feb-99	J. F. Cerritos
	Santiago Alvarenga	Bañadero, San P. Sula		M. T. Banegas
	Wilmer Vicent	El Oro, N. F. Sta. Bárbara	Mar-98	Max. Fajardo

Fuente: Departamento de Extensión Cafetalera, IHCAFE, Honduras, 2000

Tratamientos evaluados
En etapa de vivero
T1= 100% suelo + práctica del productor/a (testigo)
T2= 80% tierra + 20% bioabono
T3= 80% tierra + 20% bioabono + 5 lb 18-46-0/m^3 (aprox. 400 paladas)

Variables evaluadas
a. Producción de bioabono
b. Costos
c. Altura, diámetro de tallo, pares de hojas, número de cruzas, presencia de enfermedad
d. Participación caficultores/as

prueba para determinar la sobrevivencia de la lombriz y la calidad del substrato; para esto, se toma un recipiente de 20 litros de la pulpa se deposita allí 20 lombrices; sí al cabo de 24 horas se encuentran vivas, por lo menos 18, entonces se decide realizar el cultivo; de lo contrario hay que seguir realizando volteos de la pulpa hasta precompostearle completamente.

Con las camas ya construidas se siembran 250 lombrices /m^3 y mantener temperatura, humedad y pH.

A los dos meses, la mayoría de la pulpa se ha transformado y se procede a cosechar la lombriz y bioabono, según se explica anteriormente en la sección producción bioabono y cosecha de lombriz.

Posteriormente PADILLA (2003), efectuó un estudio de tecnología de producción y uso de lombricompostaje en pulpa de café en Honduras, donde se concluye que persiste por parte de los productores la práctica de dejar la pulpa en el beneficio (8.5%) o de regarla en la finca sin descomponer (11%) , el 17.4% de los encuestados esperan que se descomponga y después regarla en la finca y el 62.5 % de los productores, de las seis regiones cafetaleras del país, utiliza la pulpa como substrato para hacer abono orgánico o bioabono. Un 32.8 % aspira a continuar con el proceso de capacitación para fortalecer los conocimientos adquiridos que les permitan consolidar más esta tecnología.



Demostración a productores la preparación de camas

5. Costos de producción

Todo agricultor antes de tomar la decisión de adoptar una tecnología o implementar un cultivo considera los costos.

Cada agricultor posee condiciones muy propias ya sea agro ecológicas, capacidad económica, capacidad de toma de decisiones y riesgo, mano de obra, culturales, comercialización, acceso, etc.

En conclusión se puede afirmar que los dominios de recomendación están in uenciados por las condiciones agro climáticas y/o socioeconómicas, considerando:

1. A los agricultores les interesan los costos y beneficios de determinada tecnología.
2. Adoptan las innovaciones paso a paso.
3. Consideran los riesgos.

En toda actividad agrícola debe haber una buena planificación, la falta de esta provoca pérdidas en los ingresos y ocasiona una desmotivación o abandono de la finca.

Cuadro 5. Establecimiento de 10 camas para cultivo de *E. Foetida* sav

CIC JVE-2006				
Costos variables				
Rubros				
1) Insumos	**Unidad**	**Cantidad**	**Costos/ unidad**	**Costo total Lps.**
Bloques de 6”	No.	600	7.50	4500.0
Cemento	Bolsa	20	100.0	2000.0
Arena	m^3	4	238	952.0
Mangueras de poliducto de1/2”	Pie	100	130.0	130.0
Llaves PVC de 1/2”	No.	1	45.0	45.0
Adaptadores de PVC de 1/2”	No.	2	3.50	7.0
Pegamento 1/4 lata	No.	1	54.0	54.0
Postes de madera de 8’	No.	20	10.0	200.0
Alambre puas	Rollo	1	450.0	450.0
Grapas	lb	5	12.0	60.0
Zarán	Yarda	30	25.0	750.0
Pie de cria lombriz	No.	10	50.0	500.00
Sub total costo insumo				9648.0
2) Mano Obra	**Unidad**	**Cantidad**	**Costos/ unidad**	**Costo total Lps.**
Construccion de camas de 1.25x0.4x2	m	10	250	2,500.00
Agujeros/poste	No.	10	180	1,800.00
Techar/zarán	Días/h	1	84.33	84.33
Precompostear/pulpa	Días/h	2	84.33	168.66
Llenar camas/pulpa	Días/h	3	84.33	252.99
Regar camas	Días/h	3	84.33	252.99
Sembrar camas	Días/h	1	84.33	84.33
Subtotal mano de obra				5,143.30
Costos Fijos				
	Unidad	**Cantidad**	**Costos/ unidad**	**Costo total Lps.**
Rubros				
Carreta de mano	No.	1	450.0	450.0
Palas	No.	2	120.0	240.0
Malla tela metálica	Yarda	1	36.0	36.0
Transporte varios	No.	2	300.0	600.0
Total de costos fijos				1326.0
Resumen				
Costos variables				14,791.30
Costos fijos				1,326.00
Costo total establecimiento				16,117.30
1 US$= Lps. 19.00				

Cuadro 6. Costos de cosecha a tres meses

Rubro	Unidad	Cantidad	Costos/ unidad	Costo total Lps	
Mano de obra					
Riego	Días/h	22.5	84.33	1897.43	
Remosión material	Días/h	15	84.33	1264.95	
Cosecha	Días/h	12	84.33	1011.96	
Empacar	Días/h	4	84.33	337.32	
Sub total				4511.66	
			Datos de producción		
	Unidad	Cantidad	Cantidad camas	Total producción	Costos de producción
Cantidad de bioabono	qq/cama	7.2	10	72	49.62
Cantidad de lombriz	lb	13	5	65	59.54
		Lps.			
Costo lombriz		0.06/100			
Valor caja para empaque lombriz		5			
Valor saco para bioabono		3			
1 US$ = Lps. 19					

6. Glosario

Anaeróbico: Organismo que no precisa un ambiente con oxígeno; libre molecular para desarrollar su metabolismo.

Aeróbico: Organismos que precisan oxígeno molecular; libre en el medio ambiente.

Enzima: Biocatalizador proteico que actúa sobre el metabolismo celular.

Substrato: Producto secundario obtenido después del principal.

Pulpa: Carne o parte mollar de la fruta. Parte que envuelve la parte externa del fruto del café.

Mineralización: Proceso de oxidación de los restos animales y vegetales y de los excretos por parte de los microorganismos mineralizadores, el cual cierra el ciclo de los elementos en la biosfera.

Meteorización: Conjunto de cambios físicos y químicos producidos en la roca y en los relieves de la superficie terrestre por acción de agentes atmosféricos.

Humus: Materia orgánica del suelo procedente de la descomposición por fermentación o putrefacción de los restos animales o vegetales.

Manejo: Acción o efecto de manejar o manejarse. Dirección o gobierno de un negocio.

Ciclo: Serie de fases por las que pasa un fenómeno periódico hasta que se reproduce una fase anterior.

Cápsula: Membrana en forma de saco cerrado que se encuentra en las articulaciones y en otras partes del cuerpo.

Eclosión: Brote, nacimiento, aparición.

Biología: Ciencia que estudia los seres vivos actuales o fósiles, tanto con relación a su organización estructural como en su funcionamiento como máquinas vivientes.

Lombriz: Anélido oligoqueto que vive en la capa superficial del suelo, donde excava galerías y se alimenta de materia orgánica.

Crianza: Acción y efecto de criar. Criadero de animales o árboles

Huevos: Célula rodeada de reservas nutritivas y de cubiertas protectoras, producida por las hembras de los animales ovíparos; la cual debe ser fecundada y dar origen a un embrión. Célula resultante de la fusión del género masculino y femenino en la reproducción de las plantas.

Cocón: Envolvimiento que en interior contiene un ser.

Capullos: Envoltura en la que se encierran algunas orugas para luego transformarse en adultos.

Clitelo: Secreción mucosa, que se encarga de formación de capullos y es donde se producen huevos.

Hermafrodita: Individuo que presenta órganos reproductores masculino y femeninos

Bioabono: Sustancia de descomposición biológica que abona la tierra.

Lombricultura: Arte de cultivar la lombriz en cautiverio en forma artesanal o industrial.

Prueba calidad: Prueba que se hace para determinar sí el substrato está apto para ofrecer como alimento a la lombriz.

Precomposteo: Preparación del substrato por medio de volteos periódicos. (aeróbico) para tener condiciones óptimas de ser utilizable.

Compost: Mezcla de diferentes materiales de desecho que al descomponerse dan lugar a la formación de un abono orgánico.

Cultivo: Acción y efecto de cultivar. Siembra y cría de bacterias u otros micro organismos.

Anélido: Dícese de los invertebrados de aspecto vermiforme y cuerpo segmentado en anillos que vive en el mar, aguas dulces o tierra húmeda.

pH: Magnitud que expresa el grado de acidez ($pH<7$) o de alcalinidad ($pH>7$) de una solución.

Estiércol: Excremento de cualquier animal. Materias orgánicas podridas que se destinan al abono de tierras.

Bibliografía

Aranda, D. E. 1992. *El manejo de lombrices para la producción de abono orgánico de pulpa de café. XV Simposio sobre caficultura latinoamericana.* IICA / PROMECAFE, Xalapa, Veracrúz, México. IICA / PROMECAFE, volumen 2. S/p.

Arango, B. L.; Dávila, A.; M. T. 1991. *Descomposición de la pulpa de café por medio de la lombriz roja californiana, información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998.* Copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado. Chinchiná, Caldas, Colombia, 1998. (Resúmenes analíticos). Avance Técnico CENICAFE. Colombia. p. 64.

Arias, H. J. 1995. *Caracterización de la pulpa de café en diferentes tiempos de descomposición y su efecto en almácigos de café. Información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998.* Copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado. Chinchiná, Caldas, Colombia. (Resúmenes analíticos). Avance Técnico CENICAFE. Colombia. p. 58.

Cadena, G.G. 1983. *Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro en almácigos, Avances técnicos CENICAFE.* Chinchiná, Caldas, Colombia. Boletín 119, p 219.

Coste, R. 1978. *Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Instituto Francés de café, cacao y otras plantas estimulantes.* Barcelona, España. pp. 13,14,39,41.

Dávila, M. T. A. 1991. *Manejo de la pulpa. In fundamentos del beneficio del café. Información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998*. Copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado. Chinchiná, Caldas, Colombia. p. 61. (Resúmenes analíticos).

Dávila, M. T. A. 1991. *Aspectos químicos del cultivo de la lombriz roja californiana Eisenia foetida Sav.* Información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998. Copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado. Chinchiná, Caldas, Colombia. p. 59. (Resúmenes analíticos).

Enríquez, G. A.; López, R. A. 1997. *Manejo integrado de los residuos agroindustriales en Costa Rica. In Memoria XVIII simposio Latinoamericano de caficultura.* IICA /PROMECAFE. San José, Costa Rica. pp. 461-468.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1979. *Manual del cafetero Colombiano.* Cuarta edición. Chinchiná, Caldas, Colombia. pp. 4-7.

Fraile, J.; Obando R. 1992. *Lombricultura alternativa para el manejo racional de los desechos del banano.* Escuela de ciencias biológicas, Universidad nacional, Dirección de protección ambiental, CORBANA. San José, Costa Rica, pp. 17-19.

Instituto Hondureño del Café. 2000. *Establecimiento de parcelas de validación en el área de lombricultura.* Departamento investigación cafetalera. Informe técnico. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. s/p.

Legall, M. J. R. 1993.*Taller de investigación participativa en lombricultura. Escuela de agricultura y ganadería "Francisco Luis Espinoza Pineda".* Managua, Nicaragua. pp. 1-20.

Federación nacional de cafeteros de Colombia. 1979. *El cafeto y sus variedades.* Manual del Cafetero Colombiano. Cuarta edición. Chinchiná, Caldas, Colombia. pp. 4-7

Medina, B. 1999. *"Es importante conocer la utilización integral de la pulpa del café".* Entrevista. Revista el Cafetal. ANACAFE. Guatemala, Guatemala, p.6.

Montero, H. M. *Elaboración de bioabono (abono orgánico) a partir de la pulpa de café.* In XV Simposio sobre caficultura Latinoamericana. IICA / PROMACAFE, Xalapa, Veracrúz, México. Volumen 2. S/p.

Palma, M.R.; Oseguera, F.A.; Rodríguez, H.; Chinchilla, J.L. 1997. *Diagnóstico técnico del beneficiado húmedo y sistemas de comercialización del café en Honduras.* In memoria VI Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura. IHCAFE, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. pp.145-147.

PADILLA, M.R. *2003. Tecnología de producción y uso de lombricompostaje en pulpa de café en Honduras.* Primera edición, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras. Documento No. 431 Serie Técnica 33/2003. PASOLAC. pp. 46

Pantoja, R., Y. R. 1990. *Obtención de la semilla el cultivo del cafeto en México.* Instituto Mexicano del Café; Xapala, Veracrúz, México; primera edición pp. 43-49.

Pineda, C. R.; Ordoñez, M. A.; Merlo, A.; Zúniga, M.; Zelaya, H.; Acosta, J.R. 1997. *Determinación de la densidad poblacional de Eisenia foetida (lombriz roja californiana) en la producción de abono orgánico de pulpa de café.* In memoria VI Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura. Tegucigalpa, Honduras. pp. 177 y 179.

PINEDA, J.A et Al. 2002. *Producción de viveros de café con pulpa de café proveniente de lombricompostaje.* In memoria del XX simposio latinoamericano de caficultura, San Pedro Sula, Cortés, Honduras. p. 40

Rodríguez, A. R.; Pineda, C.R. 1977. *Producción y calidad de abobo producido por medio de Eisenia Foetida (lombriz Roja Californiana) su capacidad reproductiva en tres densidades y seis substratos,* Memoria XVIII Simposio Latinoamericano de caficultura, IICA /Promecafe, San José, Costa Rica; pp. 109-113.

RODRIGUEZ, A.R. 2002. *Evaluación del abono orgánico de pulpa de café proveniente de vermicultivo combinado con fertilizante químico en la producción de café.* In memoria del XX simposio latinoamericano de caficultura, San Pedro Sula, Cortes, Honduras. pp. 35

Rodríguez, V. N. 1997. *Caracterización microbiológica y físico-química de los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café. In;* congreso nacional de microbiología ambiental, Santa Fé de Bogotá, Colombia; Información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998; copilado y editado por Luis A. Maja y Nancy C. Delgado; Chinchina, Caldas, Colombia; 1998. (Resúmenes analíticos); publicación Pontificia Universidad Laveriana, 1997.

Rodríguez, V., N. 1993. *El cultivo de hongos comestibles sobre desechos agroindustriales.* Información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998; copilado y editado por Luis Amaya y Nancy C. Delgado, Chinchiná, Colombia; artículo publicado en seminario, junio 4; p. 59.

Tineo, B. A. L. 1991. *Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra.* Ayacucho, Perú; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, p. 1-20.

Tineo, B. L. 1994. *Crianza y manejo de lombrices de tierra con fincas agrícolas.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, programa de manejo integrado de recursos naturales; Área de manejo de cuencas. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 3-4-13-16-17-25.

Uribe, H. A. 1997. *Fases para pulpa de café.* CENICAFE, avances técnicos Boletín Técnico 68. Chinchiná, Caldas, Colombia. p 117.

Uribe, H. A., y Salazar, A. N. 1983. *La pulpa de café es un excelente abono,* CENICAFE, avances técnicos, Boletín Técnico 111, Chinchiná, Caldas, Colombia, p. 225.

Villee, A. C. 1991. *Biología.* Editorial Interamericana, S.S. de C.V. Séptima edición. México D.F. pp. 258,262, 398.

Valencia, A. G. 1972. *Utilización de la pulpa de café en los almácigos,* CENICAFE, avances técnicos, Boletín 17, Chinchiná, Caldas, Colombia, p 21.

Zambrano. F., D., A. 1997. *Contaminación por beneficio húmedo de café en Colombia.* in; curso taller sobre tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos; información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998; copilado y editado por Luis A. Maya y Nancy C. Delgado, Chinchiná, Caldas, Colombia, 1998; Resumen analíticos, publicación del artículo, CENICAFE, p 57-59.

Zuluaga, V. J. 1999. *Los subproductos del café, su disponibilidad y características.* In; seminario internacional sobre biotecnología en la agroindustria cafetera, información científica y técnica producida por CENICAFE 1988-1998, copilado y editado por Luis A, Maya y Nancy C. Delgado, Chinchiná, Caldas, Colombia, 1988, (Resúmenes analíticos), publicación de artículo, noviembre 4-7, p. 57-58.